

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра систем телекоммуникаций

***ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТЬЮ
ОПТИЧЕСКИХ ЛИНЕЙНЫХ
ТЕРМИНАЛОВ***

Методическое пособие
к лабораторной работе

по дисциплинам «Волоконно-оптические системы передачи»
и «Оптические системы передачи» для специальностей
«Многоканальные системы телекоммуникаций»
и «Системы радиосвязи, радиовещания и телевидения»
дневной и заочной форм обучения

Минск БГУИР 2012

УДК 621.395.52(076.5)
ББК 32.883я73
ИЗ9

А в т о р ы:

В. Н. Кийко, С. А. Лукашевич, Н. В. Тарченко, В. Н. Урядов

Р е ц е н з е н т:

доцент кафедры сетей и устройств телекоммуникаций
учреждения образования «Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»,
кандидат технических наук М. Ю. Хоменок

ИЗ9

Исследование системы управления телекоммуникационной сетью оптических линейных терминалов : метод. пособие к лаб. работе по дисц. «Волоконно-оптические системы передачи» и «Оптические системы передачи» для спец. «Многоканальные системы телекоммуникаций» и «Системы радиосвязи, радиовещания и телевидения» днев. и заоч. форм обуч. / В. Н. Кийко [и др.]. – Минск : БГУИР, 2012. – 30 с. : ил.

ISBN 978-985-488-807-1.

Пособие включает лабораторную работу, позволяющую исследовать принципы управления оптическими сетями, построенными на основе оптических линейных терминалов ОЛТ 2Х16.

**УДК 621.395.52(076.5)
ББК 32.883я73**

ISBN 978-985-488-807-1

© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2012

Лабораторная работа

«Исследование системы управления телекоммуникационной сетью оптических линейных терминалов»

1 Цель работы

1 Изучить принципы управления оптическими сетями телекоммуникаций и основные контролируемые параметры волоконно-оптических систем передачи.

2 Изучить систему управления оптическими линейными терминалами ОЛТ 2Х16.

2 Задание к работе

1 Изучить инструкцию по технике безопасности.

2 Изучить схему лабораторной установки и ознакомиться с правилами эксплуатации приборов.

3 Изучить принцип работы и основные характеристики линейного оптического терминала ОЛТ 2Х16.

4 Создать оптическую сеть на основе оптических линейных терминалов ОЛТ 2Х16, активизировать её, используя систему управления.

5 Проконтролировать правильность конфигурации оптической сети и функционирование оптических линейных терминалов.

3 Описание лабораторного макета

На рисунке 1 приведена структурная схема лабораторного макета.

В состав макета входят:

1 Осциллограф (Tektronix 2002В), который обеспечивает возможность измерять параметры сигналов во всех контрольных точках линейных оптических терминалов ОЛТ 2Х16.

2 Два оптических линейных терминала ОЛТ 2Х16.

3 Анализатор цифровых трактов уровня Е1.

4 Оптические аттенюаторы.

5 Отрезки волоконных световодов, оконцованные разъемами.

6 Персональный компьютер с программным обеспечением системы управления.

7 Интерфейсные кабели.

4 Краткие теоретические сведения об оборудовании ОЛТ 2Х16

4.1 Назначение

Оптический линейный терминал (ОЛТ 2Х16) предназначен для использования в качестве оконечного терминала АТС или линейного терминала. В зависимости от назначения схема незначительно модифицируется.

ОЛТ 2Х16 обеспечивает:

– подключение 16-ти потоков 2,048 Мбит/с;

– контроль входных потоков;

- восстановление тактовой частоты 2,048 входящего потока;
 - восстановление данных входных потоков;
 - линейное кодирование входного потока, т. е. преобразование восстановленных данных в код NRZ в код CMI;
 - электрооптическое преобразование линейного сигнала и передача в линию;
 - оптико-электронное преобразование линейного сигнала со стороны приема;
 - усиление и фильтрация линейного сигнала;
 - обнаружение потери принятого сигнала и посылки аварийного сигнала;
 - выделение синхросигнала принятого потока;
 - преобразование линейного кода в код NRZ;
 - выделение служебных каналов;
 - преобразование из NRZ формата в код HDB3.
- Общие функции:
- обнаружение, обработка аварийных сигналов для посылки на центральный процессорный блок;
 - аварийные сигналы LD ухудшения работы лазера;
 - управление служебными каналами.
- ОЛТ 2X16 предназначен для непрерывной круглосуточной работы в отапливаемых помещениях в условиях температуры окружающего воздуха от 5 до 40 °С.

4.2 Первичный сетевой стык

Основные параметры первичного сетевого стыка приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры стыка соответствуют G703 МСЭ-Т	
Количество входных/ выходных потоков	16
Скорость передачи	2048(1±50*10 ⁻⁶)кбит/с
Код стыка	HDB-3
Стыковая цепь	Симметричный кабель с волновым сопротивлением 120 Ом. Коаксиальный кабель с волновым сопротивлением (75±0,75) Ом
Затухание стыковой цепи	От 0 до 6 дБ на частоте 1024 кГц
Номинальное напряжение при наличии импульса	(3,0± 0,3) В для 120 Ом (2,37± 0,237) для 75 Ом
Номинальное напряжение при отсутствии импульса	(0 ± 0,3)В для 120 Ом (0± 0,237) для 75 Ом

Продолжение таблицы 1

Длительность импульсов положительной и отрицательной полярностей на уровне 0,5 амплитуды	(224 ±25) нс
Отношение амплитуд импульсов разной полярности в середине тактового интервала	От 0,95 до 1,05
Отношение длительности импульсов разной полярности на уровне половины номинальной амплитуды	От 0,95 до 1,05
Затухание несогласованности на входе сигнала первичного сетевого стыка	Не менее 12 дБ в диапазоне частот 51...102 кГц, не менее 18 дБ в диапазоне частот 102...2048 кГц, не менее 14 дБ в диапазоне частот 2048...3072 кГц
Допустимое фазовое дрожание	Соответствует рекомендации G823 МСЭ-Т
Защита от перенапряжения	Соответствует требованиям рекомендации G.703 МСЭ-Т (приложение В)
Тип разъема	Вилка DB25
Маркировка разъемов	«ИКМ 1-4», «ИКМ 5-8», «ИКМ 9-12», «ИКМ 13-16»

4.3 Линейный оптический стык

Технические характеристики оптического стыка приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименования параметра	Значение
Рабочая длина волны оптического излучения (в зависимости от варианта исполнения)	1,30 ± 0,03 мкм 1,55 ± 0,05 мкм
Уровень средней мощности оптического излучения, измеренный на разъеме «ПД»	Не менее минус 3 дБм при $\lambda = 1,3$ мкм Не менее минус 3 дБм при $\lambda = 1,55$ мкм
Код линейного сигнала	СМІ
Коэффициент ошибок при передаче по линейному тракту предельной длины при уровне входного оптического сигнала минус 41 дБм	Не превышает 10^{-10}
Среда передачи	Одномодовое оптическое волокно

Продолжение таблицы 2

Диапазон АРУ (автоматическая компенсация изменения затухания участка регенерации за счет разброса длины)	Не менее 35 дБ
Тип разъема	ФС
Маркировка разъемов	«ПД» – передача в линию «ПР» – прием сигнала с линии

4.4 Синхронизация

В оборудовании может быть использовано три вида синхронизации, которая устанавливается с помощью переключателей:

- от внутреннего генератора;
- от внешнего источника;
- от тактовой частоты, выделенной из входного цифрового сигнала одного из шестнадцати (на выбор) каналов 2048 кбит/с.

4.5 Контроль, сигнализация и состав

Система контроля обеспечивает:

1) контроль работоспособности ОЛТ, включая показатели качества передачи линейного сигнала с помощью светодиодной индикации;

2) передачу сигналов (с контактов реле) о срочной (авария) и несрочной (предавария) авариях оборудования ОЛТ 2X16 на разъем **СТАТИВ**;

3) формирование сигнала индикации аварийного состояния (СИАС) с частотой (2048,0±0,1) кГц:

– в сторону линии – при пропадании входного сигнала на 1-м, 2-м ...или 16-м цифровых стыках ИКМ;

– в сторону станции на выходах всех шестнадцати стыков ИКМ в случаях пропадания входного сигнала на оптическом стыке и при $K_{\text{ош}} \geq 10^{-3}$.

4) автоматическое отключение излучателя при пропадании входного сигнала на оптическом стыке;

5) контроль работоспособности оборудования с помощью персонального компьютера, подключенного по стыку RS-232-C (разъем – розетка RJ45 T16-8P8C с маркировкой – «РС»);

6) контроль оборудования с противоположных участков линейного тракта по сетевой шине контроля, подключение к которой осуществляется по стыку RS-485 (разъем-розетка T16P6C с маркировкой – «**RS.485**»).

Конструктивно ОЛТ 2X16 выполнен в виде модуля, назначение элементов индикации приведено в таблице 3.

Таблица 3

Наименование	Назначение
Лицевая панель	
Тумблер « ВКЛ.ПИТ »	Включение первичного электропитания ОЛТ 2X16

Продолжение таблицы 3

Наименование	Назначение
Предохранитель «1А»	Установлен в цепи первичного электропитания
Светодиод «АВАРИЯ» (красного цвета)	Включение светодиода означает аварию оборудования
Светодиод «+5В» (зеленого цвета)	Включается при наличии электропитания плюс 5 В
Светодиод «-5В» (зеленого цвета)	Включается при наличии электропитания минус 5 В
Тумблер «ВКЛ.ИЗЛ»	Включение излучателя в рабочее состояние (независимо от наличия входного оптического сигнала)
Кнопка «ОТКЛ.ЗВ» (без фиксации)	Выключение внутренней и внешней звуковой аварийной сигнализации
Кнопка «ИНД» (без фиксации)	Проверка исправности светодиодов
Светодиоды «ИКМ 1, 2, ... , 16» (красного цвета)	Включение светодиодов означает пропадание сигнала на 1-м, 2-м, ... , 16-м входах ИКМ
Светодиод «ВН.СИНХР» (желтого цвета)	Включение светодиода означает пропадание сигнала внешней тактовой синхронизации
Светодиод «ИЗЛ» (желтого цвета)	Включение светодиода означает, что мощность излучателя отклонилась от номинальной величины на более чем на 25 %
Светодиод «ОЛС» (красного цвета)	Включение светодиода означает пропадание сигнала на оптическом входе
Светодиод «10 ⁻³ » (красного цвета)	Включение светодиода означает, что коэффициент ошибок линейного сигнала больше либо равен 10 ⁻³
Светодиод «10 ⁻⁶ » (желтого цвета)	Включение светодиода означает, что коэффициент ошибок линейного сигнала больше либо равен 10 ⁻⁶
Задняя панель	
Многопозиционный переключатель «АДРЕС»	Предназначен для установки адреса ОЛТ 2Х16 на сети электросвязи и установке нагрузке по шине технического обслуживания
Разъем «RS.485»	Для подключения к шине технического обслуживания
Разъем «РС»	Для подключения персонального компьютера
Разъем «ВН.СИНХР»	Для подключения внешней тактовой синхронизации
Кнопка «СБРОС»	Для перегрузки микропроцессора в случае зависания программы или при смене адреса ОЛТ 2Х16 на сети электросвязи
Разъем «ПД»	Для подключения оптического кабеля для передачи сигнала в линию
Разъем «ПР»	Для подключения оптического кабеля для приема сигнала с линии

Продолжение таблицы 3

Наименование	Назначение
Разъем «ИКМ 1-4»	Для подключения сигналов 2048 кбит/с с 1-го по 4-й канал
Разъем «ИКМ 5-8»	Для подключения сигналов 2048 кбит/с с 5-го по 8-й канал
Разъем «ИКМ 9-12»	Для подключения сигналов 2048 кбит/с с 9-го по 12-й канал
Разъем «ИКМ 13-16»	Для подключения сигналов 2048 кбит/с с 13-го по 16-й канал
Клеммник «ПИТАНИЕ»	Для подключения первичного электропитания
Разъем «СТАТИВ»	Для подключения к внешней аварийной сигнализации
Разъем «Вх ЕЗ»	Для подключения к аппаратуре SDH
Разъем «Вых ЕЗ»	Для подключения к аппаратуре SDH

Конструкция предусматривает установку и эксплуатацию модуля в 19” стативе. Модуль устанавливается в статив по направляющим и фиксируется с помощью винтов, отверстия для которых предусмотрены на лицевой панели модуля. Для удобства установки модуль снабжен ручками.

5 Описание работы

5.1 Оптический передатчик

В оптическом передатчике осуществляется контроль мощности излучателя, величины тока накачки и температуры излучателя.

При отклонении мощности излучателя от номинальной величины более чем на 25 % формируется сигнал «Предавария излучателя» и включается светодиод «ИЗЛ».

При **увеличении** температуры излучателя выше допустимой величины, увеличении тока накачки излучателя и пропадании сигнала СМІ на передаче формируется сигнал «Авария» и включается светодиод «АВАРИЯ».

В передатчике предусмотрено автоматическое отключение излучателя при отсутствии оптического сигнала на входе приемника.

На практике возникают ситуации, например, пуско-наладочные работы на линии или ремонт оборудования, когда оптический передатчик включают в режим постоянного излучения. Это можно сделать двумя способами :

1) вручную с помощью тумблера «ИЗЛ», установив его в положение «ВКЛ». Данная установка на персональном компьютере отобразится активизацией сообщения **Включить излучатель**;

2) с помощью персонального компьютера, подав команду **Включить излучатель**.

В процессе эксплуатации тумблер «ИЗЛ» должен находиться в выключенном положении.

5.2 Синхронизация

Синхронизация оборудования может осуществляться тремя способами:

- от внутреннего генератора;
- от внешнего источника тактовой синхронизации;
- от передающего тракта, причем от любого из шестнадцати каналов первичного сетевого стыка.

Способ синхронизации, номер канала – 1-го, 2-го ... 16-го – при синхронизации от передающего тракта 2048 кбит/с и сопротивление стыковой цепи внешней тактовой синхронизации выбираются с помощью переключателей на «материнской» плате.

5.3 Формирование СИАС

Оборудование обеспечивает формирование сигнала индикации аварийного состояния (СИАС) в сторону линии и в сторону станции. В сторону линии СИАС формируется при пропадании сигнала 2048 кбит/с на цифровом входе. В сторону станции СИАС формируется на выходах всех шестнадцати стыков 2048 кбит/с в двух случаях:

- при пропадании сигнала на оптическом входе;
- при превышении коэффициента ошибок линейного сигнала значения 10^{-3} .

СИАС представляет собой сигнал, состоящий из «единиц». Частота СИАС составляет $(2048,0 \pm 0,1)$ кГц.

5.4 Шлейфование сигналов

В оборудовании применяются пять видов шлейфования:

1) шлейфование сигнала на первичном стыке (далее – «Аналоговый шлейф»), при котором сигнал с выхода интерфейса 2048 кбит/с подключается ко входу цифрового интерфейса 2048 кбит/с;

2) шлейфование сигнала на первичном цифровом стыке (далее – Удаленный шлейф E1), при котором сигналы с приема E1 подключаются на передачу E1;

3) шлейфование сигнала на третичном стыке (далее цифровой шлейф E3), при котором сигналы с выхода цифрового стыка E3 подключаются к цифровому входу стыка E3;

4) шлейфование сигнала на третичном стыке (далее – удаленный шлейф E3), при котором сигналы с приема E3 подключаются на передачу E3.

Эти шлейфы устанавливаются через меню системы управления путем подачи соответствующей команды;

5) шлейфование сигнала на оптическом стыке – «Оптический шлейф». «Оптический шлейф» устанавливается путем соединения оптического выхода (разъем «ПД») с оптическим входом (разъем «ПР») с помощью оптического кабеля.

Шлейфы применяются при пусконаладочных работах на объекте, при проверке работоспособности ОЛТ в режиме «на себя» и при работе нескольких ОЛТ 2X16 в оптическом кольце.

5.5 Контроль

Контроль работоспособности ОЛТ 2X16 осуществляется по светодиодной индикации, расположенной на лицевой панели. Перечень контролируемых сигналов приведен в таблице 4.

Таблица 4

Наименование неисправности	Индикация
Аварийные сигналы (светодиоды красного цвета)	
1 Пропадание входного сигнала на 1-м цифровом стыке	ИКМ 1
2 Пропадание входного сигнала на 2-м цифровом стыке	ИКМ 2
3 Пропадание входного сигнала на 3-м цифровом стыке	ИКМ 3
4 Пропадание входного сигнала на 4-м цифровом стыке	ИКМ 4
5 Пропадание входного сигнала на 5-м цифровом стыке	ИКМ 5
6 Пропадание входного сигнала на 6-м цифровом стыке	ИКМ 6
7 Пропадание входного сигнала на 7-м цифровом стыке	ИКМ 7
8 Пропадание входного сигнала на 8-м цифровом стыке	ИКМ 8
9 Пропадание входного сигнала на 9-м цифровом стыке	ИКМ 9
10 Пропадание входного сигнала на 10-м цифровом стыке	ИКМ 10
11 Пропадание входного сигнала на 11-м цифровом стыке	ИКМ 11
12 Пропадание входного сигнала на 12-м цифровом стыке	ИКМ 12
13 Пропадание входного сигнала на 13-м цифровом стыке	ИКМ 13
14 Пропадание входного сигнала на 14-м цифровом стыке	ИКМ 14
15 Пропадание входного сигнала на 15-м цифровом стыке	ИКМ 15
16 Пропадание входного сигнала на 16-м цифровом стыке	ИКМ 16
17 Пропадание входного сигнала на стыке ЕЗ	ОЛС
18 Коэффициент ошибок линейного сигнала больше либо равен 10^{-3}	10^{-3}
19 Авария ОЛТ	АВАРИЯ
Предварительные сигналы (светодиоды желтого цвета)	
1 Отклонение мощности излучателя от номинальной величины более чем на 25 %	ИЗЛ
2 Пропадание входного сигнала внешней тактовой синхронизации	ВН.СИНХР.
3 Коэффициент ошибок линейного оптического сигнала больше или равен 10^{-6}	10^{-6}

5.6 Контроль с помощью персонального компьютера

Подключение персонального компьютера дает возможность контролировать работоспособность оборудования на ближнем и удаленном концах линейного тракта, а также управлять оборудованием по сетевой шине. Организация контроля сети электросвязи и порядок работы с персональным компьютером приведен в руководстве пользователя. Перечень контролируемых сигналов и команд управления для ОЛТ 2Х16 приведен в таблице 5.

Таблица 5

Объект	Управление	Контроль	Примечания
1 Интерфейс Е1	1 ON/OFF LLOOP1i 2 ON/OFF RLOOP1	1 Нет i-го сигнала на входе Е1 (задан по конфигурации)	URG
2 Интерфейс Е3	1 ON/OFF LLOOP3 2 ON/OFF RLOOP3i 3 ON/OFF усилителя приема	1 Нет сигнала на входе Е3 (задан по конфигурации) 2 '111...1' на входе Е3 3 Ошибка FRAME LOSS при обработке кадра 4 Принят сигнал «извещение» на входе Е3 5 Сбой вых. драйвера Е3 6 Уровень ошибок на входе Е3 BER $\geq 10^{-3}$	URG NURG NURG NURG URG URG
3 Оптический интерфейс	1 ON/OFF LLOOP3 2 ON/OFF RLOOP3i	1 Ток смещения лазера больше нормы 2 Нет опт. сигнала на входе (задан по конфигурации) 3 '111...1' на входе Е3 4 Ошибка FRAME LOSS при обработке кадра 5 Принят сигнал «извещение» на входе Е3 6 Уровень ошибок на входе оптич. тракта BER $\geq 10^{-3}$ 7 Уровень ошибок на входе оптич. тракта BER $\geq 10^{-6}$	NURG URG NURG NURG NURG URG NURG

Продолжение таблицы 5

Общие	1 Установить конфигурацию системы (наличие сигналов E1) 2 Прочитать конфигурацию системы	1 Потеря внешней синхронизации	NURG
1 i - составляющая 2048 Кбит/с интегрированного потока 34368 Кб/с; i = 1 – 16			
2 URG – срочная авария			
3 NURG – отложенная авария			

При приеме электрических сигналов контролируются сигналы положительных и отрицательных единиц. Когда отсутствует одна из этих последовательностей – вводится в действие сигнал «Потеря входа». Контролируются также ошибки стыкового кода HDB3 и вводятся для сигнала ошибки BER 10^{-3} и 10^{-6} . Ошибка BER 10^{-3} вводится в действие, если коэффициент ошибки больше 10^{-3} , а ошибка BER 10^{-6} – коэффициент ошибки больше 10^{-6} .

При приеме сигнала СИАС он регистрируется. Сигнал СИАС вводится в поток со стороны приема, если обнаруживается потеря входного сигнала или ошибки стыкового кода больше 10^{-3} . Лазер контролируется по двум параметрам: по току смещения и импульсному току накачки. Аварийный сигнал ухудшения работы лазера вводится, если ток смещения лазера увеличивается на 25 % по сравнению с номинальным значением, при наблюдении потери выходной мощности вводится сигнал аварии LF (Повреждение лазера).

При приеме оптического сигнала контролируется наличие оптического сигнала и в случае отсутствия сигнала вводится аварийный сигнал O.IN, по которому запрещается работа передающего оптического модуля. Работа ПОМ может быть возобновлена кнопкой на передней панели или командой с компьютера.

Ошибки линейного сигнала контролируются в кодере по двум критериям «Потеря настройки цикла» OFLOS, ошибки линейного кода BER. Ошибки линейного кода по уровню 10^{-3} вводят в действие аварийный сигнал BER 10^{-3} , блокируют систему и выдают СИАС на электрические выходы ОЛТ 2X16.

Контролируется правильность настройки цикла, и если цикл потерян, то выдается сигнал OFLOS.

Функции управления и контроля сведены в таблице 5, в примечании указаны обозначение аварий и статус аварии.

5.7 Установка адреса модуля ОЛТ на сети электросвязи

Адрес ОЛТ на сети электросвязи устанавливается с помощью микропереключателя «АДРЕС». Микропереключатель «АДРЕС» расположен на задней панели модуля. Для установки адреса используются движки микропереключателя.

теля с 1-й по 6-ю позиции. На рисунке 2 приведены примеры установки адресов «0» и «1». Рекомендуется присваивать адрес, начиная с минимального незанятого номера. Необходимо помнить, что **на сети электросвязи не должно быть изделий с одинаковым адресом!**

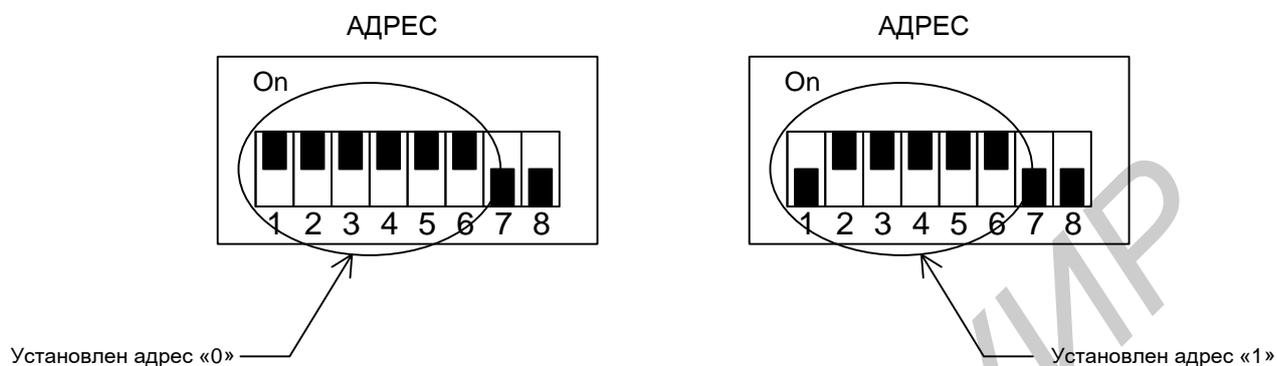


Рисунок 2 – Установка адреса модуля ОЛТ

5.8 Подключение соединительных кабелей к разъёмам «ИКМ1-4», «ИКМ5-8», «ИКМ9-12», «ИКМ13-16».

Для подключения к разъёмам «ИКМ1-4», «ИКМ5-8», «ИКМ9-12», «ИКМ13-16» рекомендуется использовать:

- симметричный экранированный кабель для модулей, цифровой стык которых имеет волновое сопротивление 120 Ом. Для распайки разъёма рекомендуется использовать скрученную экранированную пару. Экран каждой пары («Вход 1» и «Вход 1И», «Выход 1» и «Выход 1И», и т. д.) рекомендуется подсоединить к ближайшим контактам «Земля»;

- коаксиальный кабель РК75 для модулей, цифровой стык которых имеет волновое сопротивление 75 Ом. Экран кабеля распаять на ближайший контакт «Земля» и соединить с контактом инверсного сигнала (инверсный сигнал с индексом «И»).

Назначение контактов разъёмов приведено в таблице 6.

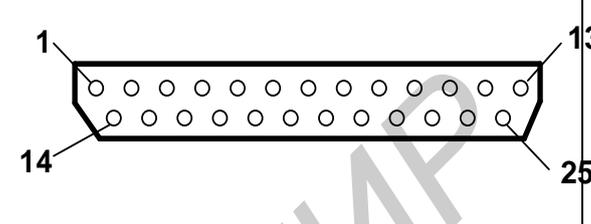
Таблица 6

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Внешний вид разъёма
13	Вход 4	24	Выход 4	Вилка DB25M «ИКМ1-4» (вид со стороны задней панели)
25	Вход 4И	11	Выход 4И	
12	Земля	23	Земля	
10	Вход 3	21	Выход 3	
22	Вход 3И	8	Выход 3И	
9	Земля	20	Земля	
7	Вход 2	18	Выход 2	
19	Вход 2И	5	Выход 2И	

Продолжение таблицы 6

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Внешний вид разъёма	
6	Земля	17	Земля		
4	Вход 1	15	Выход 1		
16	Вход 1И	2	Выход 1И		
3	Земля	14	Земля		
1	—				
13	Вход 8	24	Выход 8	<p>Вилка DB25M «ИКМ5-8» (вид со стороны задней панели)</p>	
25	Вход 8И	11	Выход 8И		
12	Земля	23	Земля		
10	Вход 7	21	Выход 7		
22	Вход 7И	8	Выход 7И		
9	Земля	20	Земля		
7	Вход 6	18	Выход 6		
19	Вход 6И	5	Выход 6И		
6	Земля	17	Земля		
4	Вход 5	15	Выход 5		
16	Вход 5И	2	Выход 5И		
3	Земля	14	Земля		
1	—				
13	Вход 12	24	Выход 12		<p>Вилка DB25M «ИКМ9-12» (вид со стороны задней панели)</p>
25	Вход 12И	11	Выход 12И		
12	Земля	23	Земля		
10	Вход 11	21	Выход 11		
22	Вход 11И	8	Выход 11И		
9	Земля	20	Земля		
7	Вход 10	18	Выход 10		
19	Вход 10И	5	Выход 10И		
6	Земля	17	Земля		
4	Вход 9	15	Выход 9		
16	Вход 9И	2	Выход 9И		
3	Земля	14	Земля		

Продолжение таблицы 6

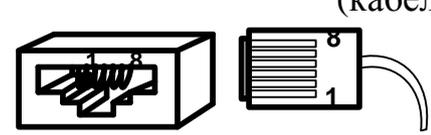
Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал	Внешний вид разъёма
13	Вход 16	24	Выход16	Вилка DB25M «ИКМ13-16» (вид со стороны задней панели) 
25	Вход 16И	11	Выход16И	
12	Земля	23	Земля	
10	Вход 15	21	Выход15	
22	Вход 15И	8	Выход15И	
9	Земля	20	Земля	
7	Вход 14	18	Выход14	
19	Вход 14И	5	Выход14И	
6	Земля	17	Земля	
4	Вход 13	15	Выход13	
16	Вход 13И	2	Выход13И	
3	Земля	14	Земля	
1				

5.9 Подключение персонального компьютера

Персональный компьютер подключается к оборудованию через разъем «РС» (интерфейс RS-232-C). На персональном компьютере для подключения оборудования используются порты COM-1 или COM-2. Назначение контактов разъема «РС» приведено в таблице 7. **При этом нагрузка порта RS-485 должна быть выключена.**

Одновременное использование портов RS-232 и RS-485 невозможно.

Таблица 7

Контакт	Сигнал	Наименование и внешний вид разъема
5	TxD	Розетка TJ8P8C «РС» Вилка 8P8C RJ-45 (кабельная часть) 
3	RxD	
8	CTS	
2	RTS	
4	DCD	
6	DSR	
1, 7	Земля	

Для работы оператора по обслуживанию сети электросвязи в персональный компьютер необходимо загрузить программное обеспечение сервисного обслуживания систем телекоммуникаций.

Подключение к разъему «RS.485»

Разъём «RS.485» является интерфейсом сетевой шины контроля с одноименным стандартом.

Назначение контактов разъема «RS.485» приведено в таблице 8.

Таблица 8

Контакт	Сигнал	Наименование и внешний вид разъёма	
3	RS.485-B	Розетка TJ6P6C «RS.485» (на модуле)	Вилка 6P6C RJ-12 (на кабеле)
4	RS.485-A		
2, 5	Общий		

Стандарт RS.485 предусматривает для интерфейса нагрузку 150 Ом, в случае, если длина соединительного кабеля между разъёмами «RS.485» превышает ~10 м. Нагрузка устанавливается с помощью микропереключателя «АДРЕС», движки позиций 7 и 8 – так, как показано на рисунке 3.

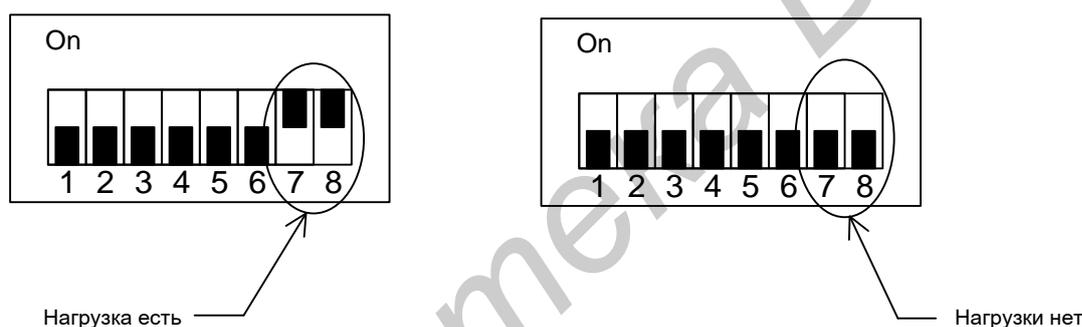


Рисунок 3 – Установка нагрузки интерфейса «RS.485»

Максимальная длина соединительного кабеля между разъёмами «RS.485» не должна превышать 1000 м.

6 Описание работы системы управления оптическими линейными терминалами

6.1 Запуск программы управления

Для активизации системы управления необходимо запустить файл netman.exe.

После запуска вы увидите перед собой окно управления, рисунок 4.

В верхней части окна расположено меню с пунктами «Файл» и «Справка».



Данные меню позволяют:

- 1 Закрывать программу: ваши действия Файл >>Выход.
- 2 Просмотреть информацию о программе: Справка>>О программе.

Ниже расположена панель управления



На данной панели есть три кнопки и два индикатора.

Моргающий индикатор слева указывает на то, что между программой и устройством, в нашем случае блоком оптического мультиплексора, идет обмен данными.

Далее, правее на панели находится кнопка «Установки COM порта» . Меню, вызываемое нажатием этой кнопки, мы рассмотрим позже. Однако изначально COM порт настроен на скорость передачи 19200 и COM2.

Правее находится кнопка «Прием и передача кадров» . Эта кнопка вызывает сервисное меню, и в этом описании рассматриваться не будет.

Следующий индикатор  своим морганием показывает, что программа работает в режиме автоопроса, который будет рассмотрен подробнее ниже.

Следующая кнопка  выводит на экран окно, в котором отображаются результаты автоопроса.

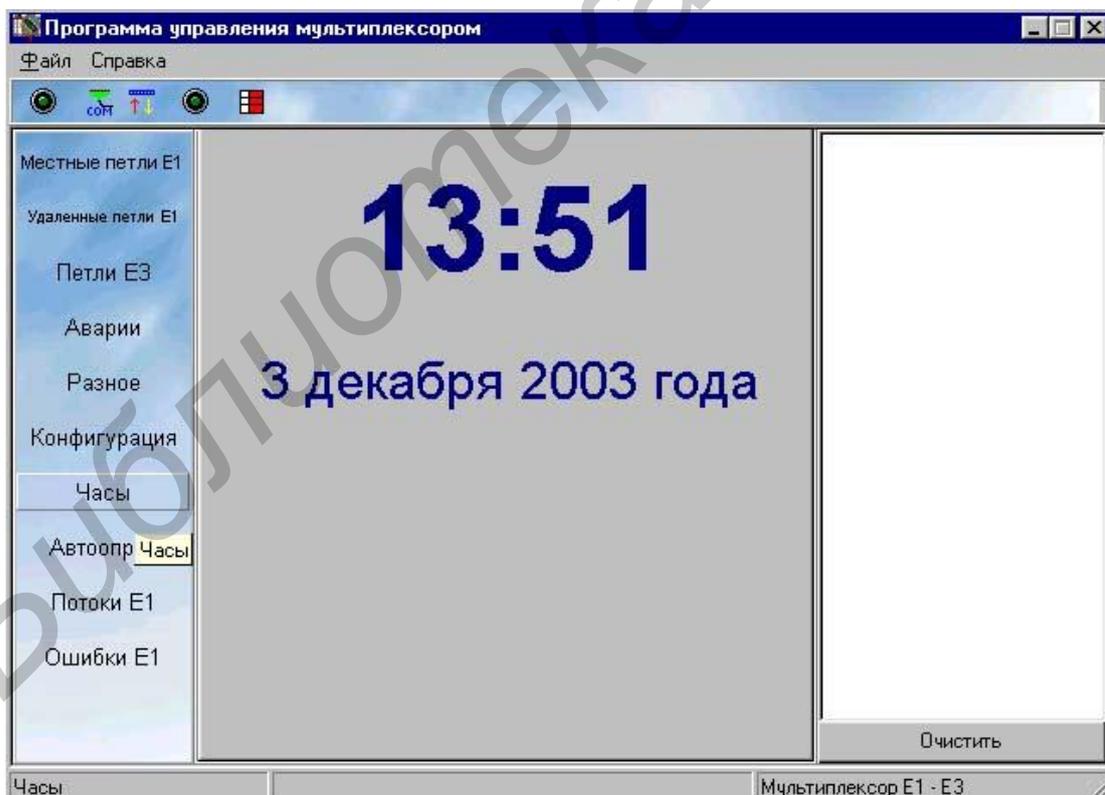
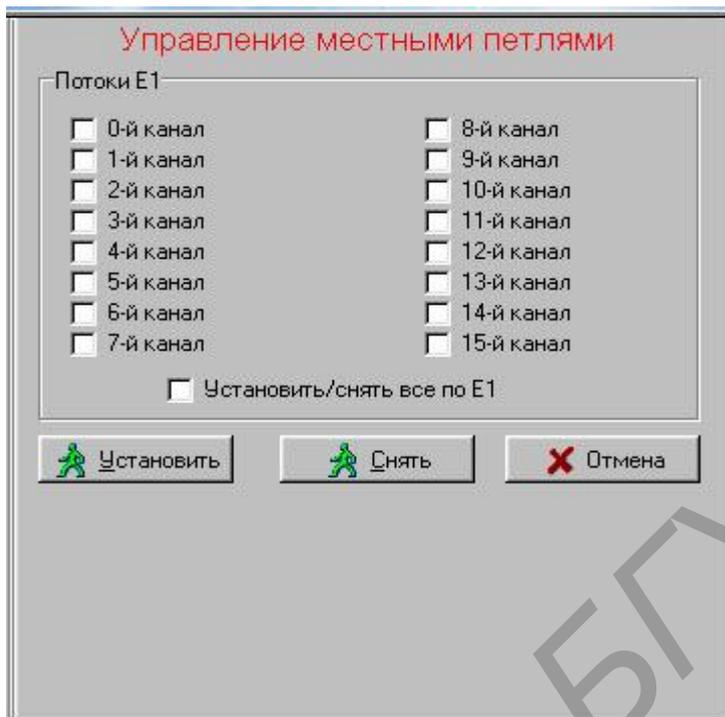


Рисунок 4

Основное окно программы управления ОЛТ 2×16

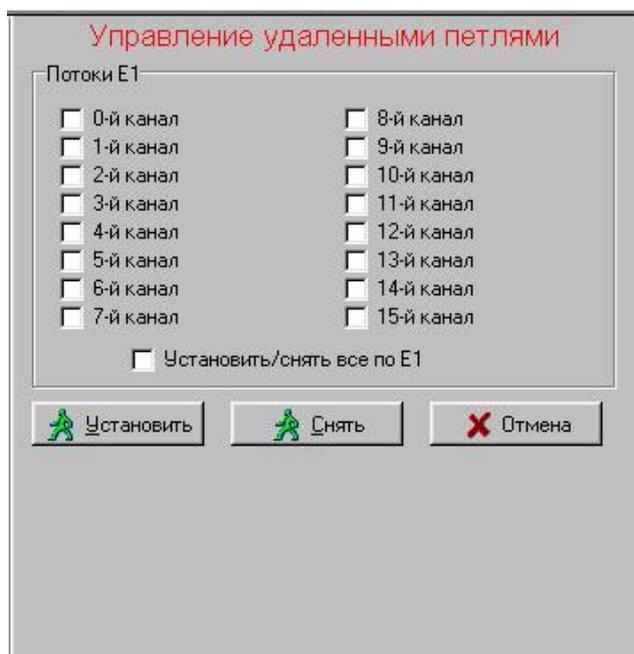
Слева в основном окне находится рабочая панель со следующими кнопками.

При нажатии на кнопку «Местные петли E1» появляется окно «Управление местными петлями».



В данном окне содержится 16 окошек для каждого канала. Для снятия и установки петель требуется поставить галочки в окошках тех каналов, в которых нужно произвести изменения, а далее нажать кнопку «установить» или «снять». Изменения произойдут только в тех каналах, напротив которых стояли птички. Для удобства есть окошко «Установить/снять все». По данному пункту происходит установка или снятие галочек в окошках всех каналов.

При нажатии на кнопку «Удаленные петли E1» появляется окно «Управление удаленными петлями». Управление данными петлями осуществляется так же, как и в предыдущем случае.



При нажатии на кнопку «Петли ЕЗ» появляется окно «Управление петлями ЕЗ». Управление данными петлями осуществляется таким образом:

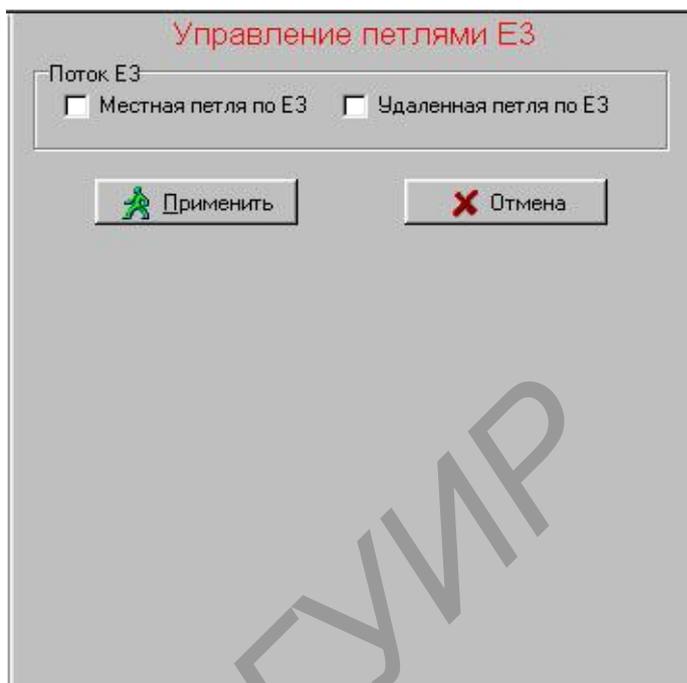
– если надо снять петли – уберите все галочки и нажмите кнопку применить;

– если надо поставить местную петлю по потоку ЕЗ – поставьте галочку напротив надписи местная петля и нажмите кнопку применить;

– если надо поставить удаленную петлю по потоку ЕЗ – поставьте галочку напротив надписи удаленная петля и нажмите кнопку применить.

При нажатии на кнопку «Аварии» появляется Окно «Аварии». В нем отображаются все аварии, которые существуют в оборудовании в данный момент.

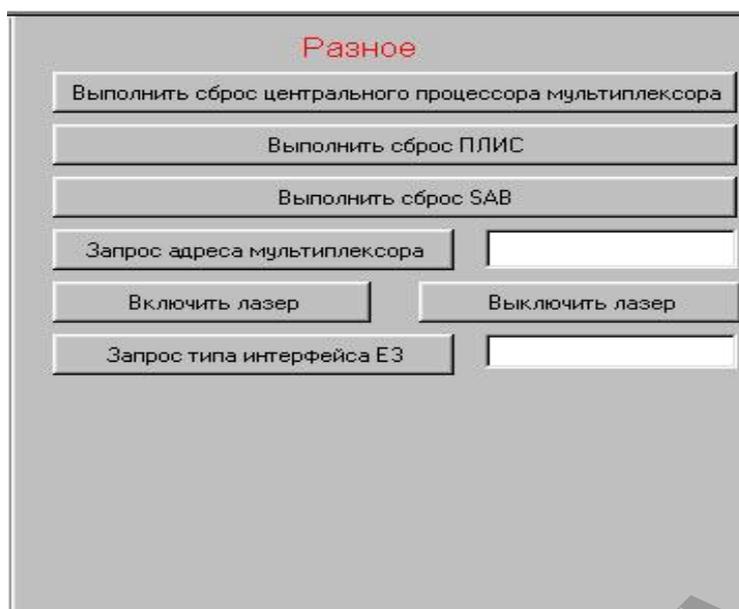
Для обновления состояния платы требуется еще раз нажать на кнопку «АВАРИИ».



Аварии

Поток:	Канал:	Состояние:
Поток Е1	0-й Канал	Потеря входа
Поток Е1	1-й Канал	Потеря входа
Поток Е1	2-й Канал	Потеря входа
Поток Е1	3-й Канал	Потеря входа
Поток Е1	4-й Канал	Потеря входа
Поток Е1	5-й Канал	Потеря входа
Поток Е1	6-й Канал	Потеря входа
Поток Е1	7-й Канал	Потеря входа
Поток Е1	8-й Канал	Потеря входа
Поток Е1	9-й Канал	Потеря входа
Поток Е1	10-й Канал	Потеря входа
Поток Е1	11-й Канал	Потеря входа
Поток Е1	12-й Канал	Потеря входа
Поток Е1	13-й Канал	Потеря входа
Поток Е1	14-й Канал	Потеря входа
Поток Е1	15-й Канал	Потеря входа
Поток ЕЗ		Нет сигнала на входе ЕЗ

Кнопка «Разное» выводит на экран окно «Разное», в котором находятся кнопки:



При нажатии на кнопку «Выполнить сброс центрального процессора» происходит сброс центрального процессора.

При нажатии на кнопку «Выполнить сброс ПЛИС» происходит перезагрузка программируемой логической интегральной схемы.

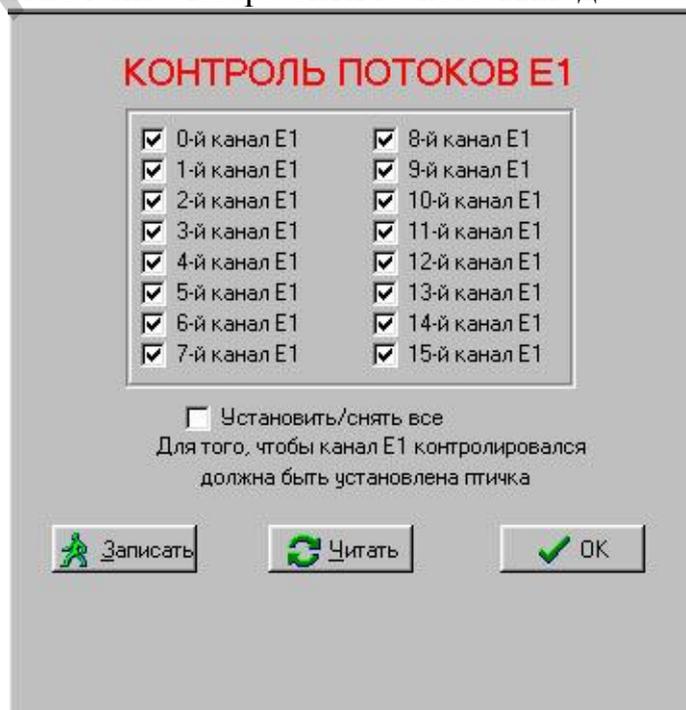
При нажатии на кнопку «Выполнить сброс SAB» происходит сброс процессора SAB.

При нажатии на кнопку «Запросить адрес мультиплексора» в окошке рядом с данной кнопкой появится адрес мультиплексора в стойке в шестнадцатеричном виде.

При нажатии на кнопку «Включить лазер» и «Выключить лазер» происходит соответственно включение и выключение лазера оптического выхода.

При нажатии на кнопку «Запрос типа интерфейса E3» в окошке справа выдается тип потока E3: активизирован оптический или электрический интерфейс E3.

Следующая кнопка «Конфигурация» рабочей панели выводит окно «Контроль потоков E1». На вкладке справа появляется окно, принцип действия которого такой же, как и в пункте «Управление петлями». Например, если необходимо контролировать состояния каналов 3 и 5 потока E1, а остальные не подключены, то требуется установить птички в окошках напротив каналов 3 и 5, а далее нажать на кнопку «Записать». Для проверки состояния конфигурации мультиплексора до-



статочно нажать кнопку «Читать». По завершению опроса, галочки установятся напротив тех каналов E1, параметры, которых контролируются.

Кнопка «Автоопрос» вызывает окно настройки автоопроса «Автоопрос».

В данном окне есть два изменяемых параметра, которые при запуске программы установлены в свои исходные значения. Перед включением автоопроса можно изменить эти параметры, на значения, которые необходимы.

Первый параметр «Время ожидания ответа» показывает, сколько времени программа будет ожидать ответа от Блока Оптического Мультиплексора после отправки ему команды.

Второй параметр «Задержка между опросами» показывает, сколько времени пройдет между N и N+1 запросом.

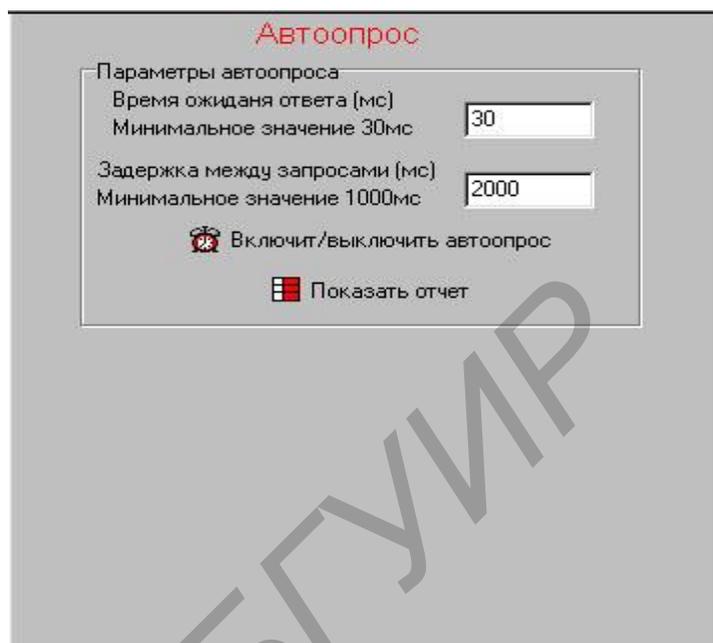
Кнопка «Включить/выключить автоопрос» предназначена для включения и выключения автоопроса (когда кнопка вдавнена – автоопрос включен, иначе – выключен).

Также на состояние данного пункта реагирует индикатор автоопроса.

Кнопка

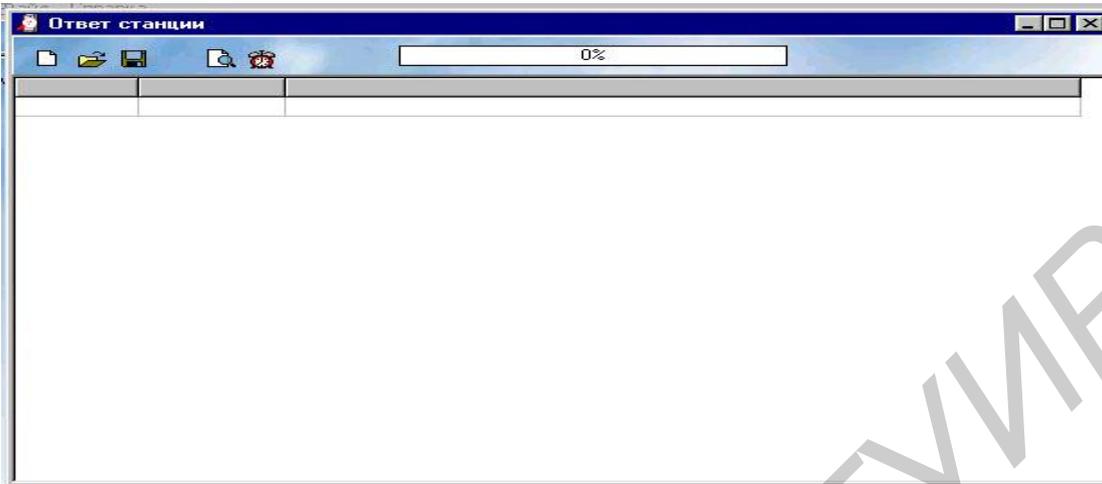
«Показать отчет» предназначена для вывода на экран результатов автоопроса.

При нажатии на эту кнопку появится окно «Ответ станции». В этом окне также имеются свои органы управления. При закрытии данного окна результаты автоопроса остаются



Поток:	Канал:	Состояние:
-----	-----	2003.12.3 14:34:39
Поток E1	Канал №0	Потеря сигнала
Поток E1	Канал №1	Потеря сигнала
Поток E1	Канал №2	Потеря сигнала
Поток E1	Канал №3	Потеря сигнала
Поток E1	Канал №4	Потеря сигнала
Поток E1	Канал №5	Потеря сигнала
Поток E1	Канал №6	Потеря сигнала
Поток E1	Канал №7	Потеря сигнала
Поток E1	Канал №8	Потеря сигнала
Поток E1	Канал №9	Потеря сигнала
Поток E1	Канал №10	Потеря сигнала
Поток E1	Канал №11	Потеря сигнала
Поток E1	Канал №12	Потеря сигнала
Поток E1	Канал №13	Потеря сигнала
Поток E1	Канал №14	Потеря сигнала
Поток E1	Канал №15	Потеря сигнала
Поток E3		Нет сигнала на входе E3
Поток E3		Ошибка при обработке кадра
Общее		Ток смещения лазера не в норме

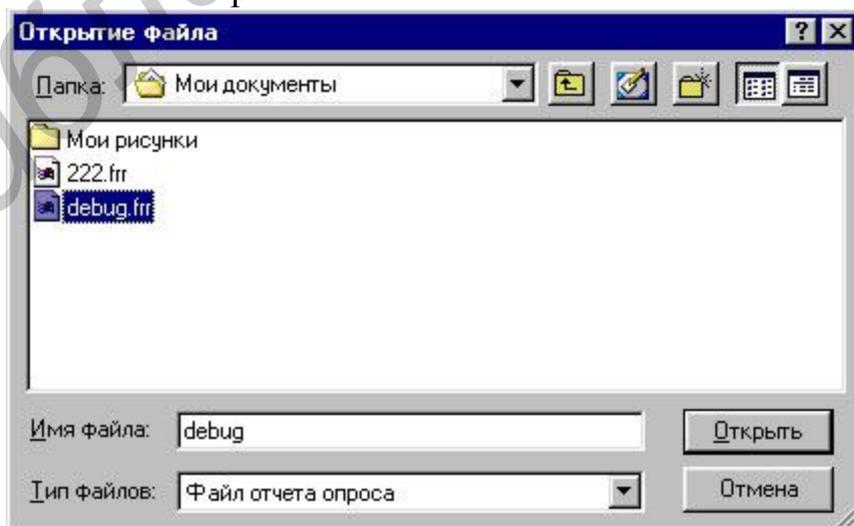
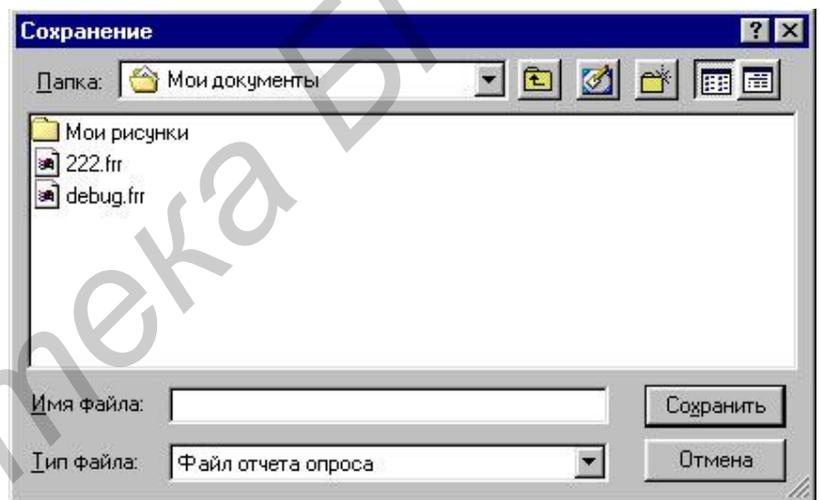
в таблице и будут выведены при следующем открытии окна. Для очистки содержимого окна требуется нажать кнопку «Очистить» . Таблица результатов очистится.



Также в этом окне имеется кнопка сохранить 

При нажатии на эту кнопку программа выведет окно «Сохранение», где в поле «Имя файла» требуется ввести имя файла, в который необходимо сохранить данный отчет, и нажать кнопку «Сохранить».

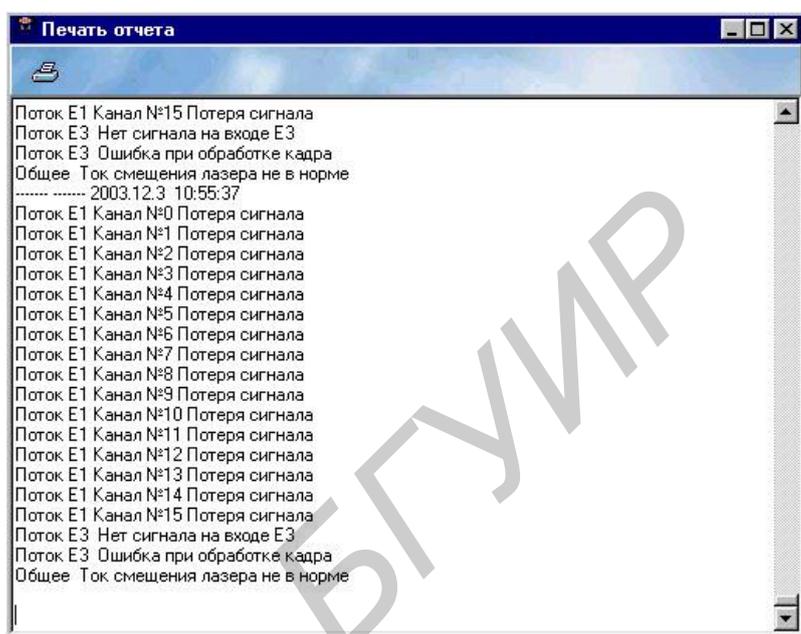
При нажатии на кнопку «Открыть» перед вами появится диалоговое окно, почти такое же, как и в предыдущем пункте, где Вы можете ввести или выбрать имя файла, который хотите открыть.



Следует помнить, что если в таблице имеются несохраненные данные, то при открытии другого отчета данные, находящиеся в таблице НЕ СОХРАНЯЮТСЯ.

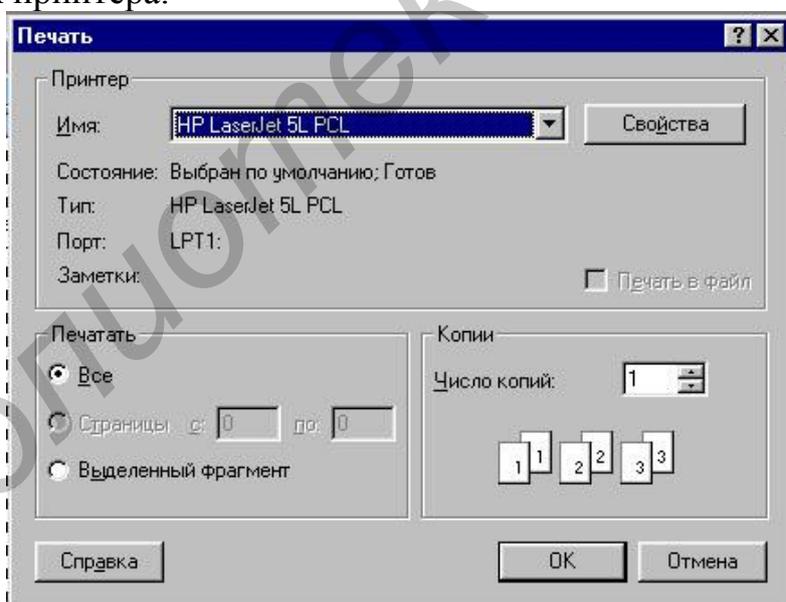
Открытый файл отобразится в виде, в котором вы его сохранили.

В программе есть возможность печати отчетов автоопроса, для этого вам следует нажать кнопку, предварительный просмотр и печать . Формирование выходного файла будет сопровождаться изменением состояния индикатора на панели. Когда индикатор достигнет 100 % откроется окно с сформированным для печати отчетом.



В этом окне можно внести

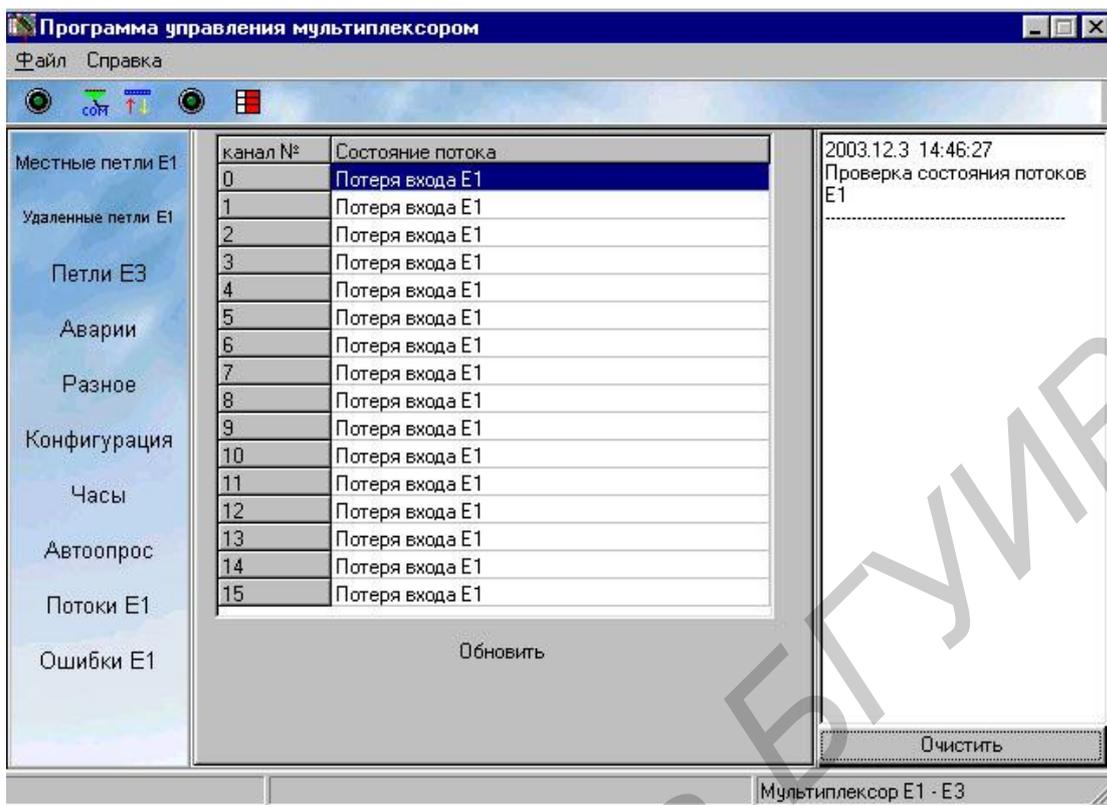
изменения и пометки в отчет, а далее нажать кнопку «Печать» . Откроется окно установок принтера.



Параметры, выставляемые в этом окне, зависят от модели принтера. После нажатия кнопки «ОК» начнется печать отчета.

Перейдем в основное окно «Программа управления мультиплексором». Здесь осталось еще два не описанных параметра.

«Контроль потоков E1» отображает текущее состояние потоков E1. Для обновления этой информации необходимо нажать кнопку «Обновить».



Если необходимо прочитать информацию об ошибках в том или ином канале E1, необходимо нажать кнопку «Ошибки E1», а далее ввести номер канала и нажать кнопку «Запросить». Надо помнить, что все потоки E1 пронумерованы от 0 до 15.

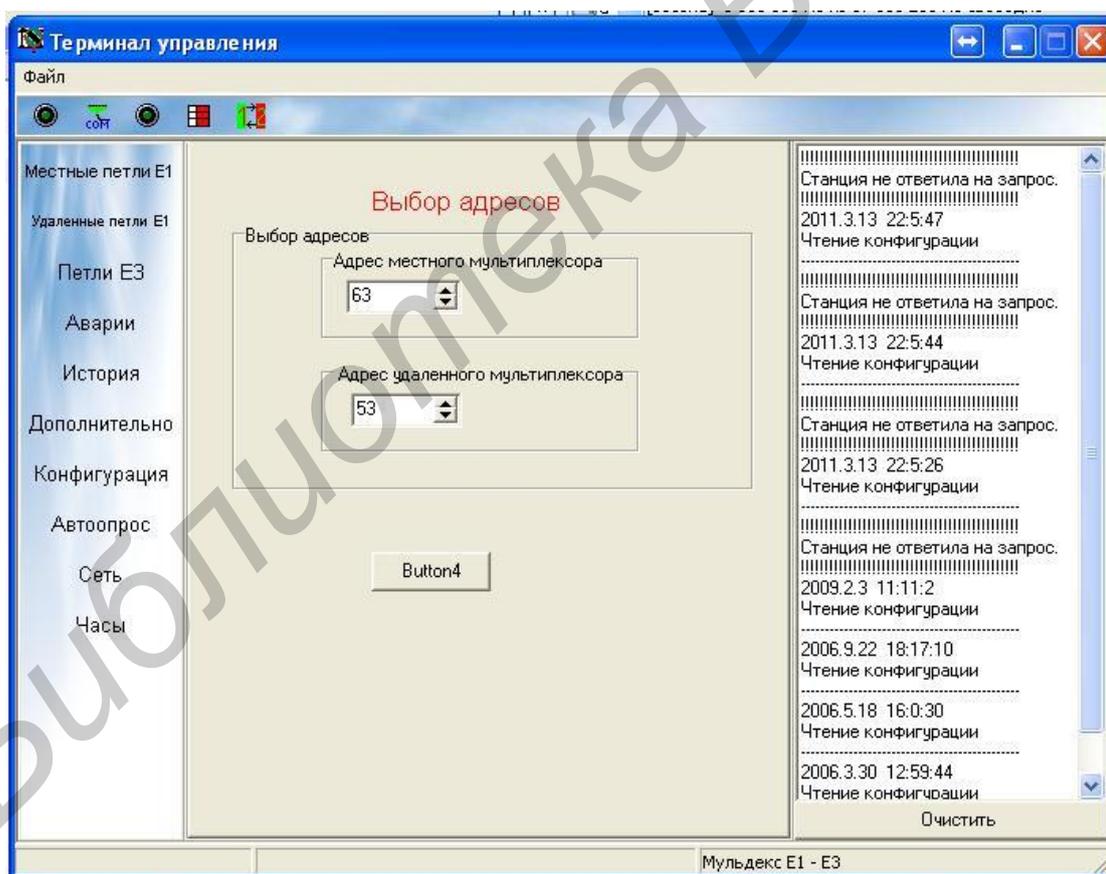
Справа в окне «Программа управления мультиплексором» находится панель, в которой отображаются все выполненные команды.



Для очистки данной панели необходимо нажать на кнопку «Очистить» в ее нижней части. Все действия, которые регистрируются в этом окне, автоматически сохраняются при выходе из программы, а также автоматически загружаются при ее запуске. Таким образом, все команды регистрируются и всегда могут быть просмотрены.

6.2 Работа программы с удалённым оптическим линейным терминалом

Для работы с удаленным оптическим линейным терминалом необходимо сначала произвести конфигурацию всех мультиплексоров, которые находятся в данной сети. То есть необходимо каждому мультиплексору назначить свой адрес. Этот адрес хранится в энергонезависимой памяти и для последующей работы после сброса питания нет надобности его записывать снова. Нельзя допустить, чтобы в одной сети присутствовали мультиплексоры с одинаковыми адресами.



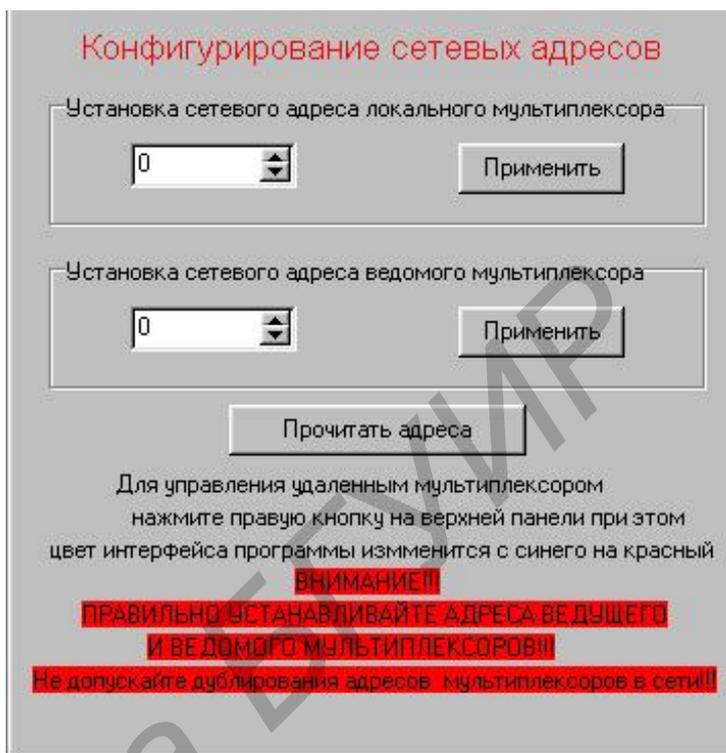
Для записи и чтения адресов, необходимых для работы по сети необхо-

димо нажать кнопку

Сеть

в окне «Терминал управления». Появится окно «Конфигурирование сетевых адресов». Для того, чтобы прочитать адреса, которые на данный момент записаны в мультиплексоре, надо нажать кнопку прочитать адреса.

Для записи адреса мультиплексора надо выбрать его в верхнем окошке (диапазон от 0 до 255) и нажать напротив кнопку применить. Для того, чтобы указать адрес мультиплексора, которым вы хотите управлять, необходимо внести его адрес в нижнее окошко и нажать кнопку применить. Этот адрес также хранится в энергонезависимой памяти.



Для управления удаленным мультиплексором (далее мультиплексор 2), местным мультиплексором (далее мультиплексор 1), необходимо чтобы:

- 1 На мультиплексоре 1 был установлен адрес локального мультиплексора.
- 2 На мультиплексоре 2 был установлен адрес локального мультиплексора.
- 3 На мультиплексоре 1 был установлен адрес удаленного мультиплексора, являющийся локальным адресом мультиплексора 2.

Далее необходимо нажать кнопку , после чего цвет панелей поменяется на красный. Теперь все команды, которые были доступны на локальном мультиплексоре, стали доступны на удаленном мультиплексоре. Таким образом, нажав кнопку, например, «Аварии» вы получите отчет об авариях на удаленном мультиплексоре, адрес которого вы внесли ранее.

Для отключения режима управления удаленным мультиплексором снова нажмите кнопку . Цвет панелей снова изменится на синий и программа будет управлять локальным мультиплексором.

7 Порядок выполнения работы

7.1 Перед началом работы необходимо изучить основные принципы функционирования оборудования ОЛТ и его системы управления. Проверить наличие или осуществить подключение оборудования в соответствии со схе-

мой, представленной на рисунке 1. ПК с помощью интерфейсного кабеля подключается к разъёму СОМ-порта ОЛТ.

7.2 Получить у преподавателя вариант задания на выполнение лабораторной работы: номер разъёма ОЛТ, вид тестовой последовательности.

7.3 Включить оборудование лабораторного стенда и ПК.

7.4 Подключить выход анализатора цифровых трактов к осциллографу. Установить на анализаторе цифровых трактов вид тестовой последовательности. Зарисовать осциллограмму в масштабе по оси времени. Проверить соответствие параметров сигнала рекомендации МСЭ-Т G.703.

7.5 Снять контроль всех каналов, кроме заданного, на оптическом линейном терминале, к которому подключен ПК, в соответствии с пунктом 6.1, и удалённом ОЛТ в соответствии с пунктом 6.2.

7.6 Подключить выход анализатора цифровых трактов к заданному входному порту ОЛТ1, а вход осциллографа к выходному порту ОЛТ1. Зарисовать структуру кода HDB-3.

7.7 Выключить электрические шлейфы всех каналов и установить электрический шлейф на удалённом ОЛТ2 для канала, соответствующего варианту задания.

7.8 Убедиться, что структура сигнала на выходе ОЛТ1 соответствует структуре входного сигнала. Зарисовать осциллограммы сигналов на входе и выходе канала.

7.9 Изменить затухание в оптическом тракте, добившись срабатывания аварии, уровень ошибок на входе оптического тракта $BER \gg 10^{-6}$, а затем $BER \gg 10^{-3}$. Убедиться, что на выходе ОЛТ1 структура кода HDB-3 соответствует аварийному сигналу СИАС (все единицы).

7.10 Подключить к выходу тестируемого канала анализатор цифровых трактов и, повторяя действия пункта 7.8, убедиться, что пороги срабатывания аварий (10^{-6} , 10^{-3}) совпадают с соответствующими показаниями анализатора.

8 Содержание отчета

- 1 Схема установки для исследований сети на основе ОЛТ2х16.
- 2 Структурная схема организации тракта с учётом варианта задания.
- 3 Результаты управления сетью на основе оптических линейных терминалов структуры сигналов.
- 4 Результаты исследования временных характеристик.
- 5 Выводы по работе.

Контрольные вопросы

- 1 Перечислить основные параметры входного интерфейса ОЛТ2х16.
- 2 Перечислить основные параметры оптического интерфейса ОЛТ2х16.
- 3 Пояснить принцип работы системы управления ОЛТ2Х16.
- 4 Указать контролируемые параметры в сети, созданной на основе оборудования ОЛТ2Х16.

5 Пояснить алгоритмы кодирования HDB-3 и CMI.

6 Привести основные параметры качества цифровых каналов и групповых трактов, методы их нормирования?

7 Какие встроенные механизмы мониторинга параметров качества используются в оборудовании ОЛТ?

8 Указать основные источники синхронизации синхронного мультиплекса. Чем определяются их приоритеты?

9 В тракте E1 зарегистрировано 8 секунд с ошибками на интервале наблюдения 15 минут. Какому коэффициенту битовых ошибок это соответствует?

10 В оптическом ОЛТ зарегистрировано 5 секунд, поражённых ошибками, на интервале наблюдения 15 минут. Какому коэффициенту битовых ошибок это соответствует?

Литература

1 Алишев, Я. В. Оптические системы передачи. В 2 ч. / Я. В. Алишев, В. Н. Урядов. – Минск : БГУИР, 1996; 1998. – 142 с. – 96 с.

2 Волоконно-оптические системы передачи / М. М. Бутусов [и др.]; под ред. В. Н. Гомзина. – М. : Радио и связь, 1992. – 416 с.

3 Иванов, А. Б. Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения / А. Б. Иванов. – М. : Компания «Сайрус Системс», 1999. – 671 с.

4 Скляр, О. К. Современные волоконно-оптические системы передачи, аппаратуры и элементы / О. К. Скляр. – М. : Солон-Р, 2001. – 273 с.

5 Слепов, Н. Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи / Н. Н. Слепов. – М. : Радио и связь, 2000. – 467 с.

6 Фриман, Р. Волоконно-оптические системы связи / Р. Фриман. – М. : Техносфера, 2004. – 496 с.

7 Гордиенко, В. Н. Многоканальные телекоммуникационные системы: учебник для вузов / В. Н. Гордиенко. – М. : Горячая линия – Телеком, 2005. – 416 с.

Учебное издание

Кийко Вадим Николаевич
Лукашевич Сергей Александрович
Тарченко Надежда Владимировна
Урядов Владимир Николаевич

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТЬЮ ОПТИЧЕСКИХ ЛИНЕЙНЫХ ТЕРМИНАЛОВ

Методическое пособие
к лабораторной работе

по дисциплинам «Волоконно-оптические системы передачи»
и «Оптические системы передачи» для специальностей
«Многоканальные системы телекоммуникаций»
и «Системы радиосвязи, радиовещания и телевидения»
дневной и заочной форм обучения

Редактор Т. Н. Крюкова
Корректор А. В. Бас
Компьютерная верстка Ю. Ч. Клочкевич

Подписано в печать 16.04.2012.
Гарнитура «Таймс».
Уч.-изд. л. 1,7.

Формат 60x84 1/16.
Отпечатано на ризографе.
Тираж 50 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 1,98.
Заказ 198.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП №02330/0494175 от 03.04.2009.
220013, Минск, П. Бровки, 6